

mie wesentlich über die der heutigen besten Glühlampen zu steigern. Die Notwendigkeit des Kohlenersatzes einerseits und die zunehmende Beachtung, welche die Lichtfarbe anderseits beim Beleuchtungstechniker findet, haben diesen Rückgang ihrer Verwendung verursacht.

b) Quecksilberlampen und Moorelicht. Dagegen haben die Lampen, die auf dem Leuchten stromdurchflossener Gase beruhen, seit der Jahrhundertwende eine steigende Beachtung gefunden. Die technische Ausbildung der Quecksilberlampen und des Moorelichts fällt in die Zeit der Nernstlampe. Die ersten haben in der ursprünglichen Form langer, mit Quecksilberdampf niedrigen Druckes gefüllter Röhren nur wenig Verbreitung gefunden und werden heute nur noch für Spezialzwecke benutzt. Dasselbe gilt vom Moorelicht mit seinen langen, die zu beleuchtenden Räume durchziehenden, Stickstoff oder Kohlensäure enthaltenden Glasröhren, auf das man wegen der Schönheit und diffusen Verteilung des Lichtes anfangs so große Hoffnungen setzte. Die Komplikation der Anordnung stand einer weiteren Verbreitung hindernd im Wege. Größere Bedeutung erlangte die Hochdruck-Quecksilberlampe (1905) mit ihrem kurzen, aus durchsichtigem geschmolzenen Quarz bestehenden Leuchtrohr. Sie ist heute noch die wichtigste Quelle ultravioletter Strahlen, insbesondere für die Zwecke der Heilkunde.

c) Neon-Lampen. Um das Jahr 1910 herum begannen die Versuche, das intensive, feuerrote Licht des stromdurchflossenen Neongases auszunutzen, praktische Gestalt anzunehmen. Die Lichtfarbe ließ diese Lichtquelle von vornherein als nicht geeignet für die Allgemeinbeleuchtung erscheinen, um so geeigneter aber für die Lichtreklame. Anfänglich baute man diese Lampen nur für hochgespannten Wechselstrom in Form langer Röhren, mit je einer Elektrode an jedem Ende, doch gelang es schließlich auch, sie in Form relativ kurzer (Länge etwa 1 m) Röhren für die Spannungen der üblichen Gleichstromnetze verwendbar zu machen. Die Neonbeleuchtung hat in den letzten Jahren eine ziemliche Verbreitung gefunden, insbesondere schriftzeichenförmig gebogene Röhren. Es gelang auch, die Lichtfarbe durch gewisse Zusätze (Quecksilber) zum Neon zu beeinflussen, um beispielsweise blaues Licht zu erzielen.

d) Glimmlampen. Eine sehr beachtenswerte Erscheinung der letzten Jahre bilden die sogenannten Glimmlampen (1918). In einer mit Neongas gefüllten Glühlampenglocke stehen in geringer Entfernung zwei blech- oder drahtförmige Metallelektroden einander gegenüber. Beim Anlegen der Netzspannung (ein Vorschaltwiderstand im Lampenfuß begrenzt die Stromstärke auf etwa 20 Milliampère) überzieht sich die Kathode mit dem negativen Glimmlicht, das die Hauptquelle des Lichtes bildet. Trotzdem der Gesamt wattverbrauch der Lampe wesentlich geringer ist, als der der kleinsten Glühlampe, hat sich die Glimmlampe infolge ihrer zu geringen Lichtstärke nur in beschränktem Maße durchzusetzen vermocht. Ihre große lichttechnische Bedeutung liegt jedoch darin, daß sie die erste Lampe vorstellt, die auf einer elektrischen Entladung durch ein Gas beruht und trotzdem ohne Zündvorrichtung, wie eine Glühlampe, mit den üblichen Netzspannungen betrieben werden kann. Sie dürfte sich übrigens für verschiedene elektrotechnische Zwecke als unentbehrlich erweisen.

e) die Wolframbohnenlampen beruhen auf einer Bogenentladung zwischen Elektroden aus Wolfram, die sich in einer luftdicht abgeschlossenen, entweder mit Stickstoff oder mit einem Edelgas gefüllten Glühlampenglocke befinden (1913). Sie weisen erst neuerdings eine

raschere Entwicklung auf. Da die glühende, meist kugelförmige Elektrode, bei Gleichstromlampen die Anode, eine gleichmäßige, ziemlich hohe Flächenhelligkeit (15 HK/qmm) besitzt, wird die Lampe für verschiedene optische Zwecke (Projektion, Mikroskopbeleuchtung u. dgl.) die bevorzugte Lichtquelle bilden, obwohl die Kohlebogenlampen eine wesentlich höhere Flächenhelligkeit erreichen. Vor der letzteren hat sie den Vorzug, hunderte von Stunden ohne Wartung zu brennen und ein vollkommen ruhiges Licht zu geben.

9. Ausblick. Rückblickend auf die Entwicklung der elektrischen Lichtquellen innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte muß man sagen, daß die sogenannten Temperaturstrahler unbestritten das Feld behauptet haben, ganz im Gegensatz zu den großen Hoffnungen, die man auf eine weitere Entwicklung der elektrischen Gas- und Dampflampen nach Art der Quecksilberlampen, des Moorelichts und der Neonlampen gesetzt hatte. Es ist bisher nicht abzusehen, wie es in Zukunft anders werden sollte. Aber auch bei den Temperaturstrahlern, die gegenwärtig durch die alles beherrschende Wolframlampe repräsentiert werden, ist die Entwicklung bisher eine einseitige gewesen. Im wesentlichen hat sich stets derjenige Leuchtkörper durchgesetzt, der die größte Temperaturbeständigkeit bezüglich Schmelzpunkt und Verdampfung aufzuweisen hatte. Doch gibt es noch eine andere nicht minder wichtige Entwicklungsrichtung, die der selektiven Temperaturstrahler. Sie sind gekennzeichnet durch eine Bevorzugung der Strahlung im sichtbaren Spektralgebiet und ein Zurücktreten der nutzlos energieverbrauchenden Strahlung im Ultrarot. Bei metallischen Leuchtkörpern ist diese Selektivität wenig ausgeprägt. Beispielsweise strahlt der Wolframdraht selektiver als der Kohlefaden, doch beruht seine Überlegenheit dem letzteren gegenüber nur zu geringem Teil auf dieser Eigenschaft, der Hauptsache nach aber darauf, daß er höhere Temperaturen bei geringerer Verdampfung aushält. Dagegen kennt man in dem Auerstrumpf einen Leuchtkörper, dessen günstige lichttechnische Eigenschaften auf einer hervorragend selektiven Strahlung beruhen. Es wird Sache der Zukunft sein, festzustellen, ob Leuchtkörper dieser Art auch für die elektrische Beleuchtungstechnik nutzbar gemacht werden können. Nicht die hohe Temperatur ist dann das Ausschlaggebende, ja es sind ökonomische Leuchtkörper denkbar, die bei wesentlich niedrigeren Temperaturen als der Wolframdraht betrieben werden, z. B. unter 2000°. Soweit man heute die Sachlage übersehen kann, können diese Leuchtkörper nur aus nicht metallischen Substanzen, insbesondere Oxyden bestehen, und es eröffnet sich so die Möglichkeit, daß der oxydatische Leuchtkörper der Nernstlampe, wenn auch in anderer Gestalt und Zusammensetzung, noch einmal seine Wiederauferstehung feiert, zumal, wenn man bedenkt, daß die Entwicklung der Nernstlampe in einem Frühstadium abgebrochen wurde, in dem nur ein geringer Teil der Fortschritte gemacht werden konnte, die sonst bei längerer Entwicklung an eine Erfindung sich anschließen.

[A. 115.]

## Über die Entwicklung der Aluminium-industrie in Deutschland.

Von H. SPECKETER, Griesheim a. M.

Bis zum Jahre 1915 bestand in Deutschland nur eine kleine Aluminiumfabrik — das Werk Rheinfelden der Aluminiumindustrie A.-G. Neuhausen (Schweiz). Dieses Werk erzeugte nur einen kleinen Anteil des deutschen

Verbrauches an Aluminium. Als der Weltkrieg im August 1914 ausbrach und Deutschland von fast der ganzen übrigen Welt abgeschnitten war, wurde alsbald das Problem der Aluminiumherstellung im eigenen Land dringend, zurnal als man sah, daß der Krieg nicht in einigen Monaten beendet sein würde. Der Bezug des Aluminiums aus der Schweiz konnte jederzeit von der Entente unterbunden werden; es blieb dann nur noch als einzige Bezugsquelle das Werk Lend in Österreich. Dieses aber mußte in erster Linie den Bedarf des eigenen Landes decken. Da nicht nur für Kriegszwecke, sondern auch für andere wirtschaftliche Aufgaben — besonders als Ersatz für Kupfer — Aluminium dringend benötigt wurde, so trat im Juni 1915 der Direktor der Kriegsmetall A.-G., v. d. Porten, an die Metallbank und Metallurgische Gesellschaft A.-G., Frankfurt a. M., und die Chemische Fabrik Griesheim-Elektron in Frankfurt a. M. mit dem Angebot zur Errichtung einer Aluminiumfabrikation in Deutschland heran. Im Jahre 1908 hatten wir in der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron auf Anregung der Metallbank, besonders des inzwischen verstorbenen Dr. Wilh. Merton, und mit finanzieller Unterstützung dieser Gesellschaft größere Versuche zur Herstellung von Aluminium ausgeführt. Zum Bau einer Fabrik war es aber seinerzeit nicht gekommen, da sich die Lage auf dem Aluminiummarkt sehr ungünstig gestaltet hatte. So wurde jetzt die Gelegenheit, die damals gesammelten Erfahrungen zu verwerten, von beiden Seiten begrüßt. In einer Sitzung mit der Kriegsmetall A.-G. am 23. Juni 1915 kam ein Vertrag zustande, der die Errichtung zweier Werke mit einer Leistungsfähigkeit von 6000 t Aluminium pro Jahr durch die beiden Firmen vorsah. Das eine Werk sollte in Rummelsburg bei Berlin im Anschluß an die Zentrale Oberspree der Berliner Elektrizitätswerke, das zweite sollte auf dem Terrain der Elektrometallurgischen Werke Horrem A.-G., einer Tochtergesellschaft der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron und der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft A.-G., im Kölner Braunkohlenrevier errichtet werden mit Stromanschluß an das Kraftwerk Fortuna des Rheinischen Elektrizitätswerkes im Braunkohlenrevier. Auf eine eigene Kraftanlage wurde verzichtet, da der Bau der Fabriken dringend war und genügend Strom aus den beiden bestehenden Kraftanlagen zur Verfügung stand. Tonerde, Kryolith und aschenarme Elektroden wurden von der Kriegsmetall A.-G. aus bestehenden Fabriken geliefert.

### 1. Das Werk Rummelsburg.

Für dieses war eine Leistung von 300 t Metall pro Monat vorgesehen. Der Strom wurde von der Zentrale Oberspree als Drehstrom mit 6000 Volt in die Umformeranlage der Aluminiumfabrik geliefert. Für die Umwandlung von Drehstrom in Gleichstrom hatte das Kriegsministerium die benötigten Umformer in der Hauptsache bei den Berliner Elektrizitätswerken, aber auch einige Maschinen bei den Märkischen Elektrizitätswerken in Hagen i. W. und den Städtischen Elektrizitätswerken in Göttingen für die Dauer des Krieges beschlagnahmt, zusammen 23 Umformer. Insgesamt standen für die Spannung von 220 Volt 17 600 Amp. Maschinenleistung und für die Spannung von 440 Volt 33 500 Amp. Maschinenleistung zur Verfügung, zusammen also 18 612 KW-Gleichstromleistung, einschließlich Reserve.

Da es sich in der Hauptsache um alte Maschinen handelte, die die auf den Leistungsschildern verzeichnete Solleistung nicht im Dauerbetrieb hergeben konnten, und da anderseits bei der großen Anhäufung von Umformern in einem Maschinenhaus wegen unzureichender Belüf-

tung die Wärmeabfuhrung äußerst mangelhaft war, so konnten die Maschinen nur soweit belastet werden, daß die verlangte Stromstärke von je 12 000 Amp. für jedes System knapp erreicht wurde. Die Elektrolyse umfaßte drei Systeme mit je 12 000 Amp. Stromstärke. System I hatte eine Spannung von 220 Volt mit 35 Bädern, System II und III je 440 Volt mit 70 Bädern, wovon immer einige in Reserve waren.

Es machte anfangs sehr viel Schwierigkeiten, alle alten Umformer in gleichmäßigen Betriebe zu halten, und oft fiel ein Umformer aus und machte das ganze System stromlos, das dann einzufrieren drohte. Aber allmählich gelang es, die Umformer auf eine gleichmäßige Dauerleistung zu bringen. Die Rummelsburger Aluminiumfabrik, die ja nur als Kriegsanlage gedacht war, hat bis nach Kriegsende in jeder Beziehung tadellos gearbeitet und nicht nur die vorgeschriebene Produktion von 300 t pro Monat geleistet, sondern darüber hinaus noch 15—20 % mehr. Nach Kriegsende ist die Fabrik in Rummelsburg zum Stillstand gekommen und abgerissen worden.

### 2. Das Werk Horrem.

Für dieses Werk war eine Produktion von 200 t pro Monat vorgesehen. Den erforderlichen Drehstrom für die Fabrik lieferte das Rheinische Elektrizitätswerk im Braunkohlenrevier bei Grube Fortuna mit 25 000 Volt unter teilweiser Benutzung der der Stadt Köln gehörigen Kabelleitung. Bei der Aluminiumfabrik stand eine Transformatorenstation zur Umspannung des 25 000-Volt-Drehstroms in solchen von 5500 Volt. Hierzu waren vorhanden drei Transformatoren mit je 7500 KVA. Leistungsfähigkeit. Für die Umwandlung des Drehstroms in Gleichstrom standen zur Verfügung:

1 B.E.W. Einanker-Umform.	2500 KW Gleichstromleist.	250 Volt
2 S.S.W.	" je 2500 "	250 "
2 A.E.G.	" je 1800 "	250 "
1 A.E.G.	" 1450 "	250 "
2 B.E.W.	" je 750 "	250 "

Die Bäder waren dieselben wie in Rummelsburg; sie arbeiteten mit derselben Stromstärke von 12 000—12 500 Amp. Obwohl die Anlage nur für eine Leistung von 200 t pro Monat vorgesehen war, hat sie dauernd bis 250 t erzeugt. Bald nach Inbetriebsetzung der Anlage schlug ein Hochspannungskabel durch, am anderen Tage das zweite Reservekabel, so daß die ganze Anlage mehrere Tage zum Stillstand kam, wodurch die Bäder völlig erkalteten. Es gelang uns aber, als die Kabeldefekte repariert waren, die Bäder wieder in Betrieb zu nehmen, ohne daß die Schmelze herausgehauen zu werden brauchte. In der Nachkriegszeit sind unsere Aluminiumfabriken durch Streik öfters zum Stillstand gekommen, aber wir haben es gelernt, die Stillstände gut zu überwinden, wenngleich sie den Bädern nicht zum Vorteil gereichten. Beim Erstarren der Schmelze steigt bekanntlich das Aluminium, das sich während der Elektrolyse auf dem Boden des Bades befindet, an die Oberfläche, weil sich die spezifischen Gewichte des Metalls und der Schmelze beim Erstarren ändern.

Das Werk Horrem ist im Jahre 1920 zum Stillstand gekommen, weil sich Schwierigkeiten im Strombezuge herausstellten, und weil auch das Lautawerk, worauf ich später zurückkomme, inzwischen die Produktion aufgenommen hatte.

### 3. Das Werk Bitterfeld.

Da sich der Verbrauch an Aluminium immer mehr steigerte, und Aluminium besonders als Ersatz für Kupfer dienen sollte, so erhielten die eingangs erwähnten Firmen Ende 1915 von der Kriegsmetall A.-G. den weiteren Auftrag zum Bau einer dritten Aluminiumfabrik, und

zwar im mitteldeutschen Braunkohlenrevier, mit einer Jahresleistung von 3000 t. Diese Anlage wurde errichtet in Bitterfeld in Anlehnung an die Kraftanlage des Werkes I der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron.

Der Drehstrom wurde bezogen von der Kraftanlage dieses Werkes mit 5500 Volt. Zur Erzeugung des Gleichstromes sind folgende Umformer vorhanden:

1 B.E.W. Einanker-Umform.	2500 KW	Gleichstromleist.,	250 Volt
5 S.S.W. " "	je 2300 "	"	250 "
2 A.E.G. " "	je 1800 "	"	250 "

Diese Anlage kam im April 1916 in Betrieb und arbeitet auch heute noch mit voller Leistung von etwa 4500 t Aluminium pro Jahr.

Für den Bau dieser drei Fabriken benötigten wir nach Erteilung der Aufträge seitens der Kriegsmetall A.-G. nur 5—6 Monate. Die Anlage in Rummelsburg konnte Verfasser schon Anfang Dezember 1915, die in Horrem Anfang Januar und die in Bitterfeld Anfang April in Betrieb nehmen. Das Kraftwerk, das den Strom für das Werk Bitterfeld lieferte, war in vier Monaten entstanden. Ich führe diese Daten nur an, um zu zeigen, was besonders im Anfang des Krieges in Deutschland geleistet wurde.

#### 4. Das Lautawerk.

Um den vermehrten Bedarf an Aluminium für immer im Inlande decken zu können — das Werk Rummelsburg sollte ja mit Beendigung des Krieges zum Stillstand kommen —, wurden zwischen dem Reich (vertreten durch das Reichsschatzamt), der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron und der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft Verhandlungen geführt zum Zwecke des Baues einer weiteren großen Aluminiumfabrik und der Errichtung einer großen Tonerdefabrik, die den Bedarf der bisherigen und der neuen Aluminiumanlage an Tonerde decken sollte. Die Verhandlungen kamen Anfang 1917 zum Abschluß mit der am 21. April 1917 erfolgten Gründung der Vereinigten Aluminium-Werke Aktien-Gesellschaft Berlin mit einem Kapital von 50 000 000 M. Die Hälfte des Aktienkapitals übernahmen obengenannte Firmen, die in die neue Gesellschaft die Werke Rummelsburg, Horrem, Bitterfeld einbrachten; die andere Hälfte übernahm das Reich, das auch noch weitere größere Beträge für den Ausbau des neuen Werkes zur Verfügung stellte. Vorsitzender des Aufsichtsrates wurde Dr.-Ing. e. h. Th. Pleininger, Generaldirektor der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron, stellvertretender Vorsitzender Geheimrat Lueck vom Reichsschatzamt; die Metallbank und Metallurgische Gesellschaft war im Aufsichtsrat vertreten durch Dr. A. Merton. Diese Herren haben sich um das Zustandekommen der Vereinigten Aluminium-Werke große Verdienste erworben. Es war beabsichtigt, die Ausgangsstoffe zur Herstellung von Aluminium, in erster Linie die Tonerde, aus Rohstoffen des eigenen Landes selbst herzustellen. Zuerst war projektiert worden, die Anlage im Bitterfelder Braunkohlenrevier zu errichten. Da aber das Bitterfelder Revier schon ein großes Industriezentrum war, das auch besonders in den ersten Kriegsjahren noch stark ausgebaut worden war, sah man davon ab, noch eine weitere Großindustrie dort anzusiedeln, zumal die Ilse Bergbau-A.-G., Grube Ilse (Lausitz) ihre im Aufschluß befindliche Braunkohlengrube Erika zur Versorgung der neuen Anlage mit Kohle zur Verfügung stellte. Nachdem mit der Ilse Bergbau-A.-G. ein Kohlelieferungsvertrag auf lange Jahre zustande gekommen und auch das nötige Gelände für die Anlage in der Nähe der Grube Erika gefunden war, wurde be-

schlossen, die neue Aluminium- und Tonerdeanlage in die Lausitz zu verlegen in die Nähe des Dorfes Lauta, nach dem auch das neue Werk den Namen „Lautawerk“ erhielt.

Für das neue Werk war vorgesehen eine eigene Kraftanlage, die ihren Brennstoff von der Grube Erika erhalten sollte, eine Elektrolyse zur Herstellung von 10 000 t Aluminium im Jahre, eine dazugehörige Raffinerianlage, eine Tonerdefabrik mit einer Monatsleistung von 3000 t, eine Elektrodenfabrik; ferner die zum Betriebe nötigen Laboratorien, Verwaltungs- und Wirtschaftsgebäude, der Bau einer Kolonie für die im Werk beschäftigten etwa 2500—3000 Angestellten und Arbeiter.

Desgleichen wurde eine große Tongrube in Guttau erworben, die später als Ersatz für Bauxit das Ausgangsmaterial für Tonerde liefern sollte.

Die Größe des Grundstückes, das für das Werk erworben wurde, betrug 1200 Morgen. Ehe man an die Bauarbeiten gehen konnte, mußte das Gelände, das aus Heide bestand und mit Fichten und sonstigen niedrigen Waldbeständen bestellt war — eine echte Lausitzer Landschaft —, erst abgeholt und für ein Baugelände hergerichtet werden. Da Lauta in der näheren und auch weiteren Umgebung keine Möglichkeit bot, alle Bauarbeiter unterzubringen — es liegen dort nur die kleinen Städte Hoyerswerda, Ruhland und Senftenberg —, so mußte erst eine Barackenstadt für etwa 8000 Arbeiter errichtet werden. Teilweise wurden die Baracken aus Holz, teilweise massiv gebaut; letztere sind später zu Wohnungen umgebaut worden. Zeitweise waren auf dem Bauplatze 12 000 Bauarbeiter beschäftigt. Die Verpflegung der Leute übernahm in dankenswerter Weise die Ilse-Wohlfahrt G. m. b. H., Grube Ilse, und wir sind dieser — besonders ihrem Direktor Fuldrner — für diese außerordentliche Unterstützung zu großem Danke verpflichtet.

Nachdem in Griesheim in vielen gemeinsamen Sitzungen aller Beteiligten unter dem Vorsitz von Dr. Dr.-Ing. G. Pistor der Bauplan der Anlage festgelegt worden war, konnte im Mai 1917 mit dem Bau begonnen werden.

#### Die Kesselanlage.

Die Kesselanlage umfaßte:

8 Steinmüller-Schrägrohrkessel	à 420 qm	= 3360 qm Heizfläche
8 Steilrohr	à 430 "	= 3440 "
10 Hanomag	à 670 "	= 6700 "
6 Babcock	à 550 "	= 3300 "
6 Garbe	à 550 "	= 3300 "

Gesamte Kesselheizfläche 20100 qm Heizfläche

Überhitzer und Economiser nicht eingeschlossen.

Die 16 Steinmüller-Kessel stehen im 1., die 10 Hanomagkessel im 2. und die je 6 Babcock- und Garbekessel im 3. Kesselhaus. Somit haben die drei Kesselhäuser annähernd gleiche Heizfläche, nämlich:

K.-H. I 6800, K.-H. II 6700 und K.-H. III 6600 qm.

Die zur Beheizung der Kessel benötigte Kohle wurde mittels einer Kohlebahn für Großraumfördergefäß von der Grube Erika direkt in die Bunker der Kesselanlage geführt.

#### Die Kraftanlage.

Die erforderliche Kraft wurde in eigener Zentrale in Form von Drehstrom erzeugt. In der Zentrale kamen zur Aufstellung:

3 A. E. G.-Turbinen	je 16000 KVA	Leistungsfähigkeit
1 B. B. C.-	18000 "	"

Für die projektierten 6 Aluminiumofensysteme für je 550 Volt wurden beschafft:

6 A.E.G. Einanker-Umform.	je 4000 KW	Gleichstromleist.,	550 Volt
6 S.S.W. " "	je 4000 "	"	550 "

Als gemeinsame Reserve für die 12 Umformer stehen zur Verfügung:

2 Motoren generatoren je 4000 KW Gleichstromleistung, 550 Volt.

Außerdem wurden zur Erzeugung von Gegendruckdampf von 3 Atm. Überdruck für Heizzwecke noch 2 A. E. G.-Turbinen von je 3000 KW Leistungsfähigkeit, von denen eine als Reserve diente, beschafft.

#### Die Tonerdeanlage.

Die Tonerdeanlage wurde für eine Leistung von 3000 t pro Monat vorgesehen; ebenso wurde Rücksicht darauf genommen, daß im Falle des Ausbleibens von Bauxit Ton verarbeitet werden konnte. Da in diesem Betriebe große Massen bewegt werden mußten, so wurde von vornherein bei der Projektierung der Anlage in größtem Maße die Verwendung mechanischer Transportmittel vorgesehen. Die Anlage der Tonerdefabrik ist nach folgendem Schema gebaut worden:

Die ankommenden Waggons mit Bauxit oder Ton wurden mittels Waggonkipper entleert und der Bauxit, nachdem er ein Brechwerk passiert hatte, in einer Anzahl von Kugelmühlen gemahlen. Dann wurde in Mischsilos die Mischung mit Soda vorgenommen und diese in Drehrohröfen bei 12—1400° aufgeschlossen. Da meist ungarischer Bauxit verarbeitet wurde, war eine solche Temperatur nötig. Die Schmelze wurde darauf gemahlen, unter Zusatz von Kalk zwecks Abscheidung der Kiesel säure gelöst und filtriert. Die Tonerde wurde hierauf in größeren Rührbottichen nach dem Baye r -Verfahren unter Zusatz von Tonerdehydrat als Impfstoff zu etwa 60% ausgeröhrt, um eine reine Tonerde zu erhalten. Die ausgerührte Lauge wurde dann mit Kohlensäure behandelt, um die letzten Teile von Tonerde zu fällen und die Soda für neuen Aufschluß wieder zu gewinnen. Die Tonerde wurde schließlich in Drehrohröfen geglüht. Da die Tonerdefabrik bei Kriegsende noch nicht fertig war, so ist sie nur zu zwei Dritteln der vorgesehenen Leistung ausgebaut worden.

#### Die Elektrolyse.

Für die Elektrolyse wurden drei Ofenhäuser vorgesehen mit einer Mindestleistungsfähigkeit von zusammen 1000 t Aluminium im Monat. Von dieser Anlage sind zwei Ofenhäuser in Betrieb gekommen, während die Ofen des dritten Ofenhauses nicht mehr zur Aufstellung kamen und für die Elektrolyse des projektierten Innwerkes Verwendung finden sollen.

Eine projektierte Elektrodenfabrik, die für die Elektrolyse benötigten Elektroden herstellen sollte, ist ebenfalls nicht mehr zur Ausführung gekommen.

#### Verwaltungs- und Wohlfahrts- einrichtungen.

Neben den eigentlichen Fabrikationsbetrieben mußten die nötigen Verwaltungsgebäude, Laboratorien, Konstruktionsbüros, Werkstätten, Lagerräume für Fertigfabrikate, Rohstoffe und sonstige Betriebsmaterialien geschaffen werden. Außerdem mußte für die nötigen Wohlfahrtseinrichtungen gesorgt werden, da das Werk auf sich selbst angewiesen war, weil keine größere Stadt in der Nähe liegt. Obwohl, wie schon anfangs erwähnt, mit Beginn der Bauarbeiten eine Barackenstadt für die vorläufige Unterbringung der Arbeiter entstanden war, wurde auch sofort nördlich der Fabrik unmittelbar am Walde mit dem Bau einer Beamten- und Arbeiterkolonie für 500 Familien begonnen. Man nahm Rücksicht darauf, daß jede Familie bei der Wohnung einen eigenen Garten bekam.

Ferner wurden ein Krankenhaus, eine Verbandsstation, eine Desinfektionsanstalt, eine amtliche Meldestelle, ein Lebensmittel- und Wohnungssamt, sowie Kaufhäuser, Bäckerei und Metzgerei errichtet.

Das Werk hat eine besondere Postanstalt und eigene Bahnstation. Die Werksbahn zweigt ab von der Station Schwarzkollm-Lautawerk der Strecke Ruhland—Hoyerswerda.

Das Lautawerk besitzt ein eigenes Schienennetz von 45 km Länge. Die bebaute Fläche beträgt 142 000 qm. Nach dem Leunawerk dürfte es das größte Werk, das im Kriege entstanden ist, sein.

Die technische Organisation des Lautawerkes wurde von Direktor Dr. G. Pistor, die kaufmännische von Direktor E. Weber-Andreae eingerichtet.

Der Bau der technischen Anlagen wurde von Oberingenieur J. Dion, der sie auch entworfen hat, geleitet.

Die Werksgebäude, sowie die Beamten- und Arbeiterkolonie wurden unter der Oberleitung des Architekten St. Simon entworfen und errichtet.

Selbstverständlich war außer dem Verfasser noch eine große Anzahl von Chemikern und Ingenieuren, deren namentliche Aufführung den Rahmen dieser Abhandlung überschreiten würde, an der Errichtung dieses Werkes beteiligt.

Im Jahre 1919 sind die Chemische Fabrik Griesheim-Elektron und die Metallbank u. Metallurgische Gesellschaft aus den Vereinigten Aluminium-Werken ausgeschieden und haben das Werk Bitterfeld wieder allein übernommen.

#### Erfwerk Aktiengesellschaft, Grevenbroich (Niederrhein).

Dieses Werk wurde im Jahre 1917 durch die Firma Gebrüder Giulini, G. m. b. H., Ludwigshafen a. Rh., das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk und das Deutsche Reich begründet. Es hat eine Produktionsmöglichkeit von etwa 12 000 t Aluminium im Jahre. Den Strom für die Elektrolyse liefert das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk. Die Fabrik verfügt über eine eigene Elektrodenfabrik. Auch diese Anlage ist jetzt in den alleinigen Besitz der Vereinigten Aluminiumwerke Aktiengesellschaft, Berlin, übergegangen.

#### Innwerk Aktiengesellschaft, Töging (Oberbayern).

Die Gesellschaft wurde im Jahre 1917 durch die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, die Siemens-Schuckert-Werke, die Firma Gebrüder Giulini, G. m. b. H., Ludwigshafen, das Deutsche Reich und den Staat Bayern begründet. Das Werk verfügt über eine Wasserkraft, die im Jahresdurchschnitt 465 000 000 KW/Std. beträgt. Die Höchstleistung erreicht 100 000 PS. 60% dieser Kraft sind für die Aluminiumfabrikation vorgesehen, da die Elektrolyse vom Lautawerk ans Innwerk verlegt werden soll wegen des billigeren Stromes. Die Wehranlagen befinden sich bei Jettenbach. Das Wasser wird durch einen 20 km langen Oberwasserkanal mit einem Gefäß von 31 m und einer Menge von 300 cbm pro Sekunde in das Kraftwerk bei Töging geleitet und fließt durch einen Unterwasserkanal von 2,8 km Länge wieder in den Inn zurück. Die Anlage soll voraussichtlich im Juni d. J. in Betrieb kommen.

#### Weltproduktion und Weltverbrauch an Aluminium.

Die Weltproduktion und der Weltverbrauch an Aluminium hat in den letzten zehn Jahren, besonders im

Kriegs, einen bedeutenden Aufschwung genommen. Ich lasse hier die Zahlen folgen, die ich den Jahresberichten der Metallgesellschaft Frankfurt a. M. entnommen habe:

Weltproduktion. (Tausend metr. Tonnen.)

	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922
Europa:	39,9	35,9	28,3	43,5	53,5	62,9	59,4	58,9	42,5	52,0
Nord-Amerika:	28,4	47,6	53,4	71,6	102,5	117,0	96,6	99,3	48,0	60,0
Zusammen	68,3	83,5	81,7	115,1	156,0	179,9	156,0	158,2	90,5	112,0

Weltverbrauch. (Tausend metr. Tonnen.)

	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922
Europa:	33,7	47,2	33,8	57,7	85,1	107,1	69,6	62,7	30,0	45,0
Asien:	0,3	0,5	0,5	0,8	1,0	0,9	1,5	2,0	3,0	5,0
Amerika:	32,8	35,9	45,3	62,6	78,1	88,0	85,0	101,2	53,0	70,0
Zusammen	66,8	83,6	79,6	121,1	164,2	196,0	156,1	165,0	86,0	120,0

Deutschland wird also in Zukunft unter den Produktionsländern für Aluminium an zweiter Stelle stehen und nur von Amerika stark überflügelt sein. Obwohl Deutschland nicht über so billige Energiequellen wie Amerika, Norwegen, die Schweiz und andere aluminiumerzeugende Länder verfügt, so hoffen wir doch, durch Verbesserung des Herstellungsverfahrens, durch die Erzeugung der Ausgangsstoffe aus heimischen Rohmaterialien unsere neu ins Leben gerufene Aluminium-Industrie in Deutschland auch lebensfähig erhalten zu können. Das deutsche Aluminium hat sich wegen seiner guten Qualität schon einen guten Namen gemacht. Aluminium unter 99% wird kaum noch hergestellt. Dank seiner vorzüglichen Eigenschaften wird sich das Aluminium als solches und auch in Form seiner Legierungen, von denen ich hier nur das Duralumin und das Silumin erwähnen möchte, weitere Verwendungsgebiete schaffen. Das Aluminium ist das Metall der Zukunft.

[A. 114.]

## Pädagogisches über Atomgewichtsbestimmungen<sup>1)</sup>.

Von WILHELM BILTZ.

Institut für anorganische Chemie, Technische Hochschule Hannover.

Ob es anderen Lehrern auch so gegangen ist, weiß ich nicht: mir bereitete in meiner Vorlesung lange Zeit die Auseinandersetzung der Grundlagen der Atomgewichtsermittlung Verlegenheit, und ich habe die Empfindung, viele unserer Studenten haben auch in späteren Semestern weniger die Ableitung dieser Grundlagen unserer Wissenschaft eingesehen, als sich vielmehr durch den alltäglichen Gebrauch an ihre Richtigkeit gewöhnt. Die Angelegenheit ist, wie auch die Geschichte der Chemie zeigt, bekanntlich keineswegs einfach und ohne weiteres eindeutig. Sie so darzustellen, bemühen sich zwar manche Verfasser einleitender Lehrbücher. Aber es scheint, dem Lernenden würde nicht sehr gedient, wenn man den Eindruck zu erwecken sucht, verwickelte und der Einschränkung unterworfen Dinge seien einfach und unbegrenzt zutreffend; der Hörer wird, wenn er nicht eine sehr starke Portion Autoritätsgläuben mitbringt, dadurch leicht mißtrauisch. Unumwunden die Voraussetzungen, die Ergebnisse und auch die Annahmen und Unsicherheiten, mit denen eine Ableitung verbunden ist, darzustellen, ist die unbestrittene Aufgabe.

<sup>1)</sup> E. Fischer berichtet aus seiner Lehrzeit: „In der Form, wie sie mir dargestellt und wie ich sie auch aus einem kurzen Lehrbuch der Chemie kennengelernt hatte, erschien mir die Atomtheorie gegenüber den abgerundeten Lehren der Physik zu düftig und unsicher.“

Viele Autoren beschränken sich bei der Schilderung der Atomgewichtsbestimmungen auf mehr oder minder gehäufte Beispiele. Aber der Lernende soll auch die Allgemeingültigkeit oder die Grenzen der Gültigkeit der Fundamentalverfahren übersehen. Um all diesen Anforderungen gerecht zu werden, habe ich es bequem gefunden, die zu der vorliegenden Frage nötigen Grundgesetze nicht nur in Worte und Beispiele, sondern öfters auch in ein mathematisches Gewand zu kleiden, wie es im chemischen Anfängerunterricht kaum üblich war. Gewiß sind die Ansätze, um die es sich handelt, so einfach, daß man dabei die mathematische Ausdrucksweise auch entbehren kann; aber dem Anfänger sind die zahlreichen Begriffe, mit denen operiert wird, neu, und erfahrungsgemäß macht die einfachste Denkoperation mit ungewohnten Begriffen oft solche Schwierigkeiten, daß dabei jede Stütze begrüßt wird, und die Gleichung ist ja nichts anderes.

Einige Vorschläge solcher Art werden im nachfolgenden skizziert.

Gebraucht wird das Gesetz von der Erhaltung der Masse ( $m$ ):  $\Sigma m = \text{konst.}$  (1). Zweitens das Gesetz von Avogadro, wonach die Molekülezahlen gasförmiger Stoffe ( $n_1$ ;  $n_1'$  usw.) den zugehörigen gleichbedingten Räumen ( $V_1$ ;  $V_1'$  usw.) direkt proportional sind:

$$\frac{n_1}{n_1'} = \frac{V_1}{V_1'} \quad (2)$$

Ferner das Volumengesetz der Gase und das Gesetz der konstanten und multiplen Proportionen.

I. Das Volumengesetz der Gase soll für die Synthese einer gasförmigen Verbindung aus zwei gasförmigen Elementen nach folgender allgemeinen Umsetzungsgleichung ausgedrückt werden:

$$n_1' A_{z_1}' + n_2' B_{z_2}' = n_1 A_{z_1} B_{z_2}$$

Die Bedeutung der Buchstaben ist ohne weiteres aus den Formeln abzulesen. Es sind:

$A$  und  $B$  die reagierenden Atome.

$n_1'$  und  $n_2'$  die Zahlen der reagierenden Moleküle } Moleküle

$n_1$  die Zahl der entstandenen Moleküle } zahlen

$z_1'$  und  $z_2'$  die Zahl der Atome in den reagierenden Molekülen } Atome

$z_1$  und  $z_2$  die Zahl der Atome in den entstandenen Molekülen } Atomzahlen

Ferner sind:

$V_1'$  und  $V_2'$  die Volumina der reagierenden Stoffe.

$V_1$  und evtl.  $V_2$  die Volumina der entstandenen Stoffe.

Nach dem Gesetze von der Erhaltung der Masse (1) und dem Grundsatz der chemischen Unteilbarkeit der Atome sind dann die Zahlen der jeweils artgleichen Atome auf der linken und rechten Seite der Reaktionsgleichung dieselben:

$$n_1' \cdot z_1' = n_1 \cdot z_1 \text{ und } n_2' \cdot z_2' = n_1 \cdot z_2 \text{ oder}$$

$$n_1 \cdot z_1 + n_2 \cdot z_2 = n_1 \cdot z_1 + n_1 \cdot z_2$$

Ersetzt man hierin aus Gleichung (2), dem Gesetze von Avogadro, die  $n$ -Werte durch die  $V$ -Werte, so folgt:

$$V_1' \cdot z_1' + V_2' \cdot z_2' = V_1 \cdot z_1 + V_2 \cdot z_2$$

Daraus ergibt sich erstens die praktische Regel, daß man in einer Gasreaktionsgleichung die Molekülezahlen als Raumzahlen lesen kann. Das gilt allgemein; denn unsere Reaktionsgleichung kann durch beliebig viele Reaktionsteilnehmer erweitert werden. Zweitens folgt für eine nur in je zwei Molekülen vorkommende Atomart A oder B:

$$z_1' = \frac{V_1}{V_1'} z_1 \text{ und } z_2' = \frac{V_2}{V_2'} z_2 \quad (3)$$

Für nur in je zwei Molekülen vorkommende Atomarten